

1.6 Dumblo charakteristikos

Christian Mauderer

Chemijos inžinerijos mokslų magistras
Džiovinimo sistemų technologijos centro
procesų vadovas

Tel.: +49-8462-201-245
El. paštas: mac@huber.de

- ⇒ Dumblo rūšys
- ⇒ Baltymų kiekis ir jų poveikis džiovinimo procesui
- ⇒ Nusausinto dumblo srauto judėjimo ypatybė
- ⇒ Specifinės dumblo rūšys
- ⇒ Dumblo laikymo ir apdorojimo sąlygų poveikis išmetamojo oro sudėčiai
- ⇒ Dumblo logistika
- ⇒ Apibendrinimas

Dumblo rūšys

Pirminis dumblas

- ⇒ Susidaręs po pirmojo nuotekų valymo etapo valymo įrenginiuose.
- ⇒ Lengvai šalinama drėgmė (iki 30 % SM).
- ⇒ VSS (lakiųjų suspenduotų kietųjų dalelių / organinių medžiagų kiekis): 64–71 %

Aktyvusis atliekų dumblas (WAS)

- ⇒ Susidaręs po biologinio etapo.
- ⇒ Sunkiai šalinama drėgmė (14–20 % SM).
- ⇒ VSS (lakiųjų suspenduotų kietųjų dalelių / organinių medžiagų kiekis): 80–87 %
- ⇒ Didelis baltymų kiekis → dumblas džiovavimo metu limpa.
- ⇒ Spalva: ruda.
- ⇒ Stiprus vandenilio sulfido ar organinių rūgščių kvapas.

Pirminio ir WAS dumblo mišinys:

- ⇒ VSS (lakiųjų suspenduotų kietųjų dalelių / organinių medžiagų kiekis): 75–85 %
- ⇒ Didelis baltymų kiekis → dumblas džiovinimo metu limpa.
- ⇒ Vidutiniškai sunkiai šalinama drėgmė (15–20 % SM).
- ⇒ Spalva: ruda.
- ⇒ Stiprus vandenilio sulfido ar organinių rūgščių kvapas.



Aerobiškai suskaidytas dumblas

- ⇒ Dumblo aeravimas ir VSS sumažinimas.
- ⇒ VSS: apie 68 % (65–75 % VSS).
- ⇒ Vidutiniškai sunkiai šalinama drėgmė (22–25 % SM).
- ⇒ Europoje tyrimas paprastai vykdomas su augalais <20 000 PE.
- ⇒ Spalva: ruda.
- ⇒ Kvapas kaip drėgnos žemės.



Anaerobiškai suskaidytas dumblas

- ⇒ Skaidymas be deguonies.
- ⇒ VSS ir biodujų (65 % metano) gamybos sumažinimas.
- ⇒ VSS: apie 58 % (52–62 % VSS).
- ⇒ Lengvai šalinama drėgmė (28–30 % SM).
- ⇒ Pašalinus drėgmę susidaro trapi struktūra.
- ⇒ Spalva: juoda.
- ⇒ Amoniako kvapas.



THP – dumblas (sudėtinis procesas) – šiluminė dumblo hidrolizė

- Dumblo kepinimas; staiga sumažinus slėgį → dalelės sutrūksta (geriau suskaidomos), išsiskiria daugiau biodujų.
- Po suskaidymo tūris mažesnis.
- Labai gerai pašalinama drėgmė: 35–40 % SM.
- Labai intensyvus kvapas (kaip sieros junginių).
- Trapi struktūra.



Dumblo rūšies poveikis ekstruzijai ir džiovinimui:

- ⇒ Paprastai tinkamas yra įprastai suskaidytas dumblas ir stabilizuotas dumblas, kurio VSS nesiekia 70 %.
- ⇒ Sudėtingiau apdorojamas gali būti:
 - ⇒ Dumblas su dideliu VSS (lakiųjų suspenduotų kietųjų dalelių) / baltymų kiekiu (pvz., aktyvusis dumblas WAS, pradinio ir WAS dumblo mišinys) → ant viršutinės juostos susidaro pluta.
 - ⇒ Prastai nusausintas dumblas (didelis laisvojo vandens kiekis → po ekstruzijos nelieka struktūros → oras negali prasiskverbti pro dumblą → prastas džiovimas.
 - ⇒ Dumblas, kurio sudėtyje yra daug nuosėdų (labai smulkių, 50 mikronų skersmens, neorganinių medžiagų).

Baltymų kiekis ir jų poveikis džiovinimo procesui

Didelis baltymų kiekis dumble daro didelį poveikį džiovinimo procesui. Ekstruderio gaminamų dumblo vijų paviršius sparčiai kietėja.

Poveikis džiovinimo procesui:

- ⇒ Dumblo vijos sulimpa.
- ⇒ Ant viršutinės juostos susidaro ištisinė plokštelė su pluta.
- ⇒ Užkemšama perkėlimo į apatinę juostą kamera.
- ⇒ Džiūsta tik dumblo paviršius ir drėgmė viduje negali išgaruoti.
- ⇒ Nejmanoma išdžiovinti iki 90 % SM.







Springdale, AR



Plokštelės įstringa džiovintuvo viduje

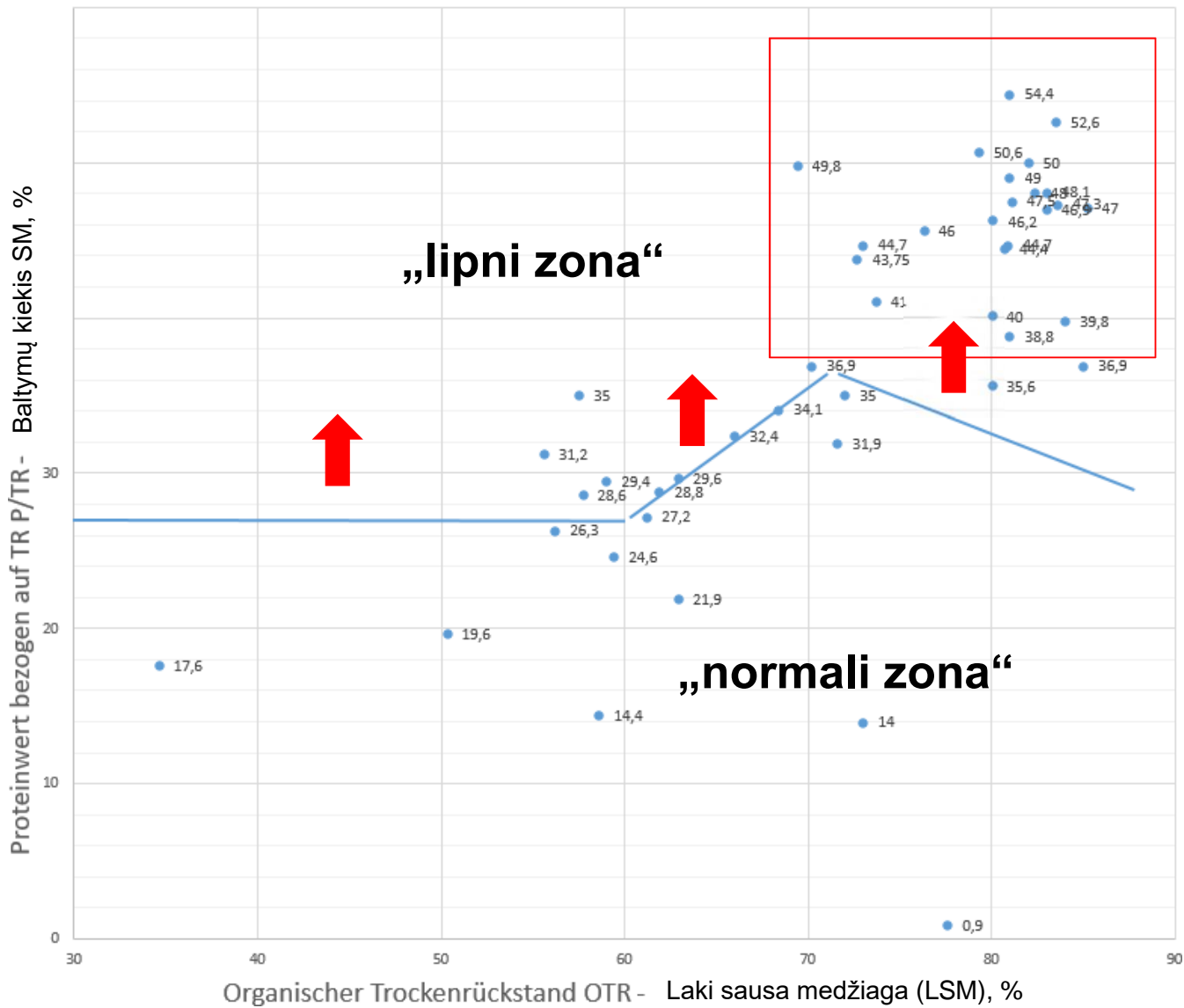
HSE sukūrė bandymo metodą, kuriuo galima nustatyti, ar dumblas turi tendenciją formuoti plutą, ar ne. Būtina atlikti dumblo analizę laboratorijoje. Mėginys tiriamas, nustatant SM, VSS ir TKN (bendrą azotą Kjeldalio metodu).

Baltymų kiekį galima apskaičiuoti šiuo būdu:

$$\text{Baltymų kiekis} = \text{TKN} * 6,25 / \text{SM}$$

Baltymų kiekis visada yra susijęs su sausosiomis medžiagomis (SM). Toliau grafike pavaizduota baltymų kiekio SM priklausomybė nuo VSS kiekio SM.

Naudojami duomenys iš HUBER matavimų.



Tipiška WAS

Baltymų kiekis =
TKN * 6,25 / SM

Dumblo srauto judėjimo ypatybė

Dumblo srauto judėjimo ypatybė po ekstruzijos

Po ekstruzijos gerai nusausintas dumblas paprastai išlaiko savo formą. Jei dumblas tinkamai nenusausintas, dėl laisvojo vandens jis lieka skystas ir po ekstruzijos negali išlaikyti savo formos.

Nepakankamo nusausinimo priežastys

- Netinkamai veikia nusausinimo įrenginiai.
- Sena įranga (pvz., 20 metų senumo slėgtuvas).
- Trūksta arba netinkamas polimeras.



Neigiamas pavyzdys:



Neigiamas pavyzdys



Neigiamas pavyzdys:



Teigiamas pavyzdys:



Specifinēs dumblo rūšys

Dumblas su dideliu nuosėdų kiekiu

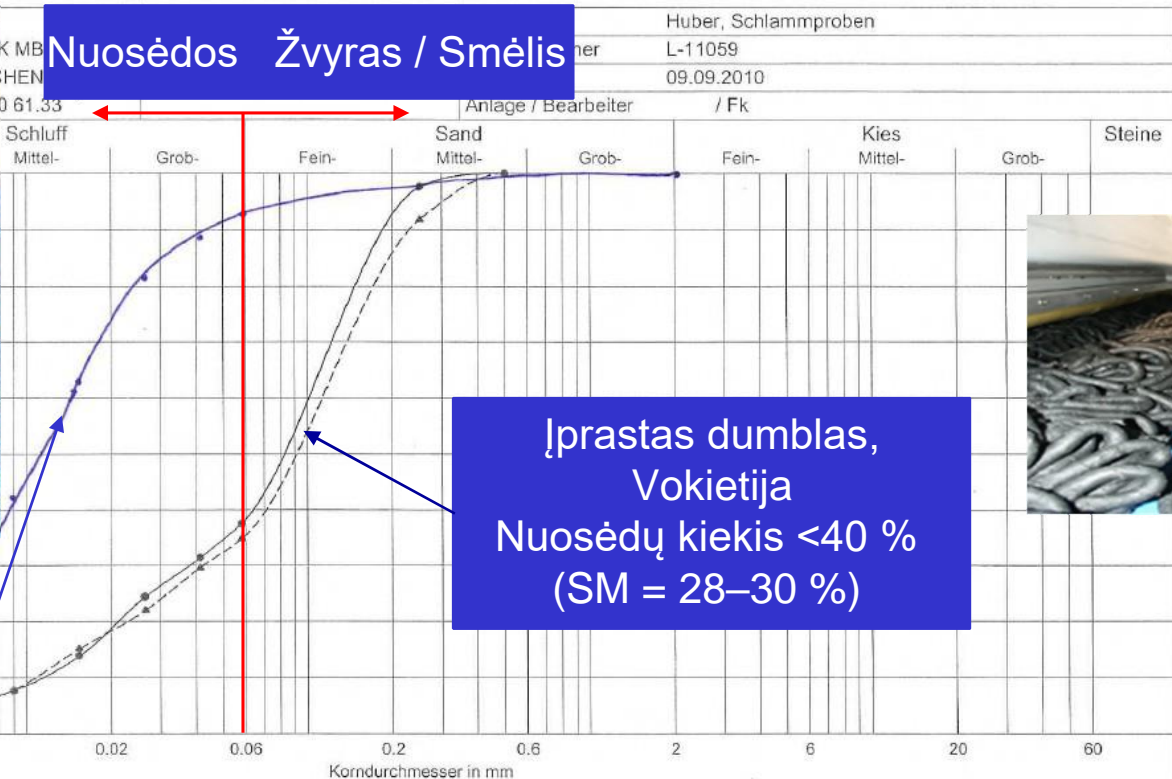
- ⇒ Dumble beveik nėra struktūros (nėra pluošto, organinių medžiagų).
- ⇒ Labai smulkios neorganinės medžiagos → tešlos struktūra.
- ⇒ Dažnai sunkiai nusausinamas.

Paprastai tokį dumblą galima nusausinti iki ne daugiau kaip 35 % SM, retkarčiais – virš 50 % SM.

Dažnai atvejais operatorius nori sutaupyti išlaidas polimerui → dalis laisvojo vandens lieka dumble → po ekstruzijos dumblas neišlaiko savo formos.

Nusausinto dumblo drėgno sijojimo analizė

Nuosėdos Žvyras / Smėlis



Labornummer	● 11059	--- 11060	— 10974
Entnahmestelle	MP Ingolstadt	MP Berching	Shenzhen
Entnahmetiefe			
Anteil < 0.063 mm	39.5 %	36.4 %	92.2 %
Bodenart	S _u	S _u	U _{0.5}
Krümmungszahl C _c	C _c = 1.3	C _c = 1.5	C _c = 1.0
Ungleichförm. U	U = 8.8	U = 10.5	U = 4.5
Frostempfindl.klasse	F3	F3	F3
Bodengruppe	SU	SU	

Shenzhen, Kinija Nuosėdų kiekis > 90 %, SM = 20 %, → didelis laisvojo vandens kiekis

Per didelis polimero kiekis

Per didelė polimero dozė nusausinimo metu taip pat gali sukelti problemų, kaip ir per daug polimero kaip tepimo priemonės pumpavimo metu.

Poveikis džiovinimo procesui

- ⇒ Pagamintų granulių struktūra nestabili.
- ⇒ Oras negali prasiskverbti pro dumblo sluoksnį.
- ⇒ Džiūsta tik dumblo paviršius ir drėgmė viduje negali išgaruoti.
- ⇒ Neįmanoma išdžiovinti iki 90 % SM.

Laikomas dumblas

Ypač kenkia aktyviajam dumblui (WAS): laikant kelias dienas anaerobinėmis sąlygomis įvyksta hidrolizė, suardanti dumblo struktūrą.

Poveikis džiovinimo procesui:

- ⇒ Pagamintų granulių struktūra nestabili.
- ⇒ Oras negali prasiskverbti pro dumblo sluoksnį.
- ⇒ Džiūsta tik dumblo paviršius ir drėgmė viduje negali išgaruoti.
- ⇒ Neįmanoma išdžiovinti iki 90 % SM.

Dumblas bus tinkamai apdorotas, jei:

- ⇒ SM:
 - ⇒ nusausinimo laipsnis ne mažesnis kaip 2–3 % žemiau maksimalios SM vertės, gautos laboratorinių bandymų metu;
 - ⇒ laisvasis vanduo pašalintas mechaninėmis priemonėmis.
- ⇒ VSS: <70 %
- ⇒ pH: $6,8 < \text{pH} < 8,5$
- ⇒ Baltymų kiekis, susietas su SM:
 - ⇒ 80 % VSS: $P < 31 \%$
 - ⇒ 75 % VSS: $P < 35 \%$
 - ⇒ 70 % VSS: $P < 40 \%$
- ⇒ Nuosėdų kiekis < 45–50 %

Dumblo laikymo ir apdorojimo sąlygų poveikis išmetamojo oro sudėčiai

Iš džiovintuvo išmetamo oro sudėčiai didelę įtaką daro nuotekų dumblo rūšis, laikymas ir apdorojimas!

- ⇒ Rūgštinio valymo įrenginyje efektyviai pašalinamas amoniakas ir kiti amino junginiai.
- ⇒ Lakiuosius organinių angliavandenilių junginius (VOC) paprastai galima atskirti adsorbcijos būdu (šios medžiagos tirpsta vandenyje).

Jei viršijamos kai kurios ribinės vertės, gali tekti panaudoti kitas išmetamųjų dujų apdorojimo technologijas (aktyvintosios anglies filtrus, UV oksidaciją, ozono priedą)!

Tipiški VOC, išsiskiriantys nuotekų dumblo džiovinimo metu:

- ⇒ Junginiai su siera (tioliai, sulfidai)
- ⇒ Organinės rūgštys (karboksilinės rūgštys arba riebalų rūgštys)
- ⇒ Junginiai su siliciu (siloksanas)
- ⇒ Aromatiniai junginiai
- ⇒ Alkoholai
- ⇒ Aldehidai
- ⇒ Ketonai
- ⇒ ...

Ingredientų sudėtis ir kiekiai nuotekų dumblo priklausoma nuo daugelio veiksnių:

- ⇒ neapdoroto dumblo sudėties;
- ⇒ nuotekų valymo įrenginių konstrukcijos:
 - ⇒ apdorojimo proceso,
- ⇒ dumblo apdorojimo įrenginių konstrukcijos:
 - ⇒ stabilizavimo,
 - ⇒ skaidymo (ar net hidrolizės);
- ⇒ dumblo laikymo:
 - ⇒ laikymo po nusausinimo trukmės;
- ⇒ dumblo apdorojimo:
 - ⇒ pumpavimo procedūrų (mechaninio dumblo krovimo),
 - ⇒ deguonies įtraukimo.

Neigiami veiksniai, darantys įtaką VOC išsiskyrimui džiovinimo metu

Dumblo laikymo trukmė (>2–3 dienos)

- ⇒ Nuolat auga VOC kiekis (mikroorganizmų veikla).
- ⇒ Nuolat auga sieros junginių kiekis.
- ⇒ Didesnis dimetilsulfido (DMS) ir dimetildisulfido kiekis.
 - ⇒ Pastaba. Metantolio santykis su DMS yra laikymo trukmės indikatorius → << 1 geras, > 1 blogas (DMS susidaro iš metantolio).

Mechaninis poveikis dumblui

- ⇒ Stūmoklinių siurblių sudaromas slėgis / tempimo apkrova → elementų suardymas ir jų ingredientų išlaisvinimas.
- ⇒ Tarpinio laikymo po pumpavimo metu patekęs deguonis skatina mikroorganizmų veiklą → gaminami VOC.

Pasekmės

- ⇒ Didesnė VOC koncentracija išmetamajame ore.
- ⇒ Reikia daugiau pastangų ir brangiau kainuoja išmetamojo oro valymas.

Į ką operatoriui reikia atkreipti dėmesį:

- ⇒ trumpa gabenimo ir laikymo trukmė;
- ⇒ nenaudoti dumblo iš tarpinio laikymo įrenginių;
- ⇒ nenaudoti stūmoklinių siurblių;
- ⇒ FIFO principas (pirmas patenka, pirmas iškeliauja) → greitas apdorojimas be ilgo laikymo.

Nuotekų dumblo logistikos sistema

Dumblo gabenimas ir tvarkymas prieš jį džiovinant gali turėti didelės įtakos įrangos funkcionavimui:

→ Nuotekų dumblo logistika yra esminis dalykas.

→ Papildomos medžiagos (naudojamos sunkvežimių iškrovimui palengvinti) gali sukelti daugybę problemų ir paspartinti džiovinimo įrangos dėvėjimąsi.

Pagrindiniai reikalavimai

- ⇒ Sunkvežimiai turi būti naudojami tik nusausintam dumbliui gabenti.
 - ⇒ Švarios krovimo zonos, be jokių slydimą palengvinančių priemonių:
 - ⇒ be akmenų, statybinių šiukšlių, atliekų ir pan.;
 - ⇒ be slydimą palengvinančių priemonių (polimerų, smėlio, skiedrų ir pan.).
 - ⇒ Apžiūra atvykus kroviniui:
 - ⇒ pašalinės medžiagos (metalas, stiklas, plastikas, audiniai...);
 - ⇒ konsistencija.
 - ⇒ Periodinė pristatyto dumblo mėginių analizė laboratorijoje:
 - ⇒ nustatyti bent SM ir likutį po iškaitinimo;
 - ⇒ pasirinktinai TKN baltymams nustatyti; kitus komponentus, jei reikia (sierą ir pan.).
- Reikalavimų neatitinkantį nuotekų dumblą reikia atmesti.

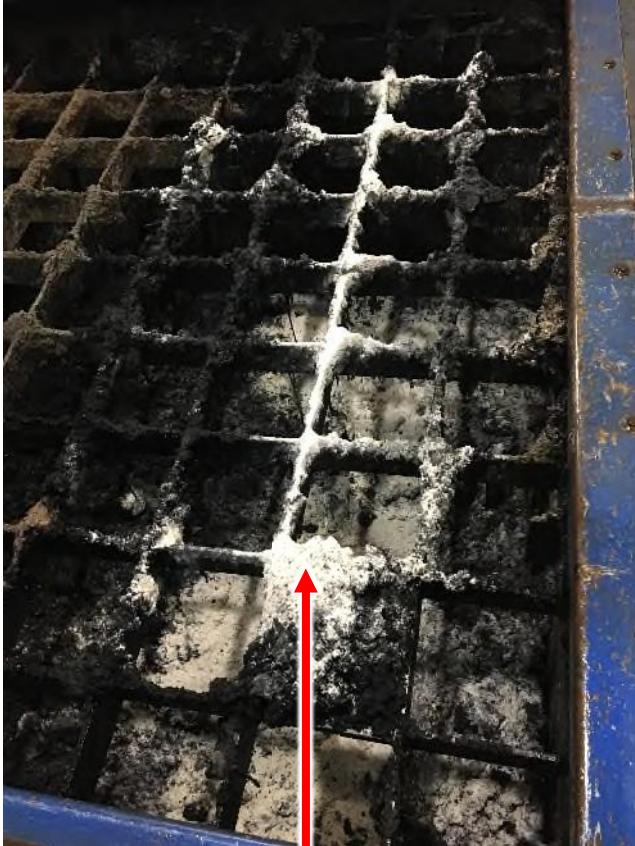
Pašalinės medžiagos

Pašalinės medžiagos gali pakenkti granuliatoriui → didesni už skylučių skersmenį gabaliukai granuliatorių gali užkimšti.

Poveikis džiovinimo procesui

- ⇒ Granulių struktūra netinkama dėl užkimštų skylučių.
- ⇒ Reikia dažnai valyti.
- ⇒ Pertraukiamas džiovinimo procesas ir sumažėja išeiga.

Neigiami pavyzdžiai:

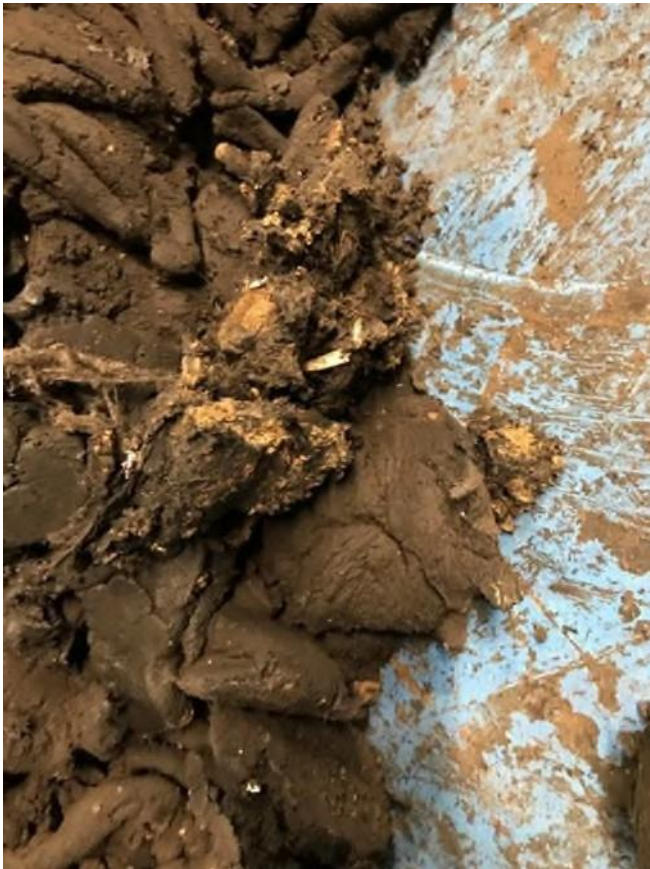


Smulkus smėlis iškrovimui iš sunkvežimio palengvinti
→ Dėvisi siurbiai ir vamzdžiai



Skiedros iškrovimui iš sunkvežimio palengvinti
→ Gaištamasis laikas granuliatoriaus valymui

Neigiami pavyzdžiai:



Skiedros iškrovimui iš sunkvežimio
palengvinti
→ Gaištamasis laikas granulatoriaus
valymui



Dideli dumblo gabalai
→ Dalinai sudžiūvę, labai kieti →
granulatoriaus valymas

Neigiami pavyzdžiai:



Mediena
→ Gaištamasis laikas granulatoriaus valymui



Plaušai, plastikas
→ Gaištamasis laikas granulatoriaus valymui

Neigiami pavyzdžiai:



Plastikas, laidai
→ Gaištamasis laikas granuliatoriaus valymui



Užkimštas perforuotas diskas
→ Plaukai, plastikas

Į ką operatoriui reikia atkreipti dėmesį

- ⇒ Aiškiai apibrėžti su tiekėjais dumblo kokybę → tiekimo sutartys.
- ⇒ Apžiūrėti krovinį prieš jį iškraunant → pastebėjus stambias pašalines medžiagas, krovinio nepriimti.
- ⇒ Stebėti dumblo iškrovimą → atkreipti dėmesį į iškrovimą palengvinančias medžiagas.
- ⇒ Pakviesti tiekėjus apžiūrėti įrangą → parodyti problemas ir paaiškinti priežastis.

Išmetamojo oro sudėtis

- ⇒ Nenaudoti ilgai laikyto dumblo.
- ⇒ Perdirbti gerai stabilizuotą dumblą.

Nuotekų dumblo logistikos sistema

- ⇒ Trumpa gabenimo trukmė, be daugybės pervežimų.
- ⇒ Švarūs sunkvežimiai, maži pašalinių medžiagų kiekiai.
- ⇒ Trumpa laikymo įmonėje trukmė.

Kuo operatorius įgis didesnę darbo su dumbliu patirtį, tuo geresnis ir stabilesnis bus džiovinimo proceso ir išmetamojo oro valymo sistemos darbas.

Klausimai?